

# CAPÍTULO 6

## CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

El presente estudio se ha centrado en la optimización de las operaciones del subsistema de recepción y entrega por medio de camiones de las terminales de contenedores que trabajan con *straddle carriers*, particularizando los análisis y experimentos al Puerto de Barcelona.

El objetivo de esta optimización es hallar un sistema óptimo que permita compatibilizar los intereses de la terminal y de los transportistas. Para llevar a cabo esta optimización y por efectos operativos, el subsistema de recepción y entrega ha sido dividida en otros dos subsistemas: uno formado por el acceso terrestre de la terminal, junto el sistema de colas en las puertas de entrada; y en segundo lugar, uno que abarca desde la entrada del camión a la terminal hasta la salida, incluyendo la carga y/o descarga de contenedores.

La optimización del subsistema se ha realizado mediante la modelización de las operaciones a partir de unas hipótesis simplificadoras del funcionamiento del subsistema, y de la definición de unos parámetros como los tiempos de servicio o la geometría de la terminal. Esto fue implementado en un software de simulación (WITNESS) y acto seguido se calibró el modelo. Una vez obtenidos los resultados del programa de simulación se realizó una optimización de las operaciones bajo un enfoque macroeconómico, minimizando la función de costes del conjunto del subsistema de recepción y entrega, que engloba tanto al transportista como al operador de la terminal.

A tenor de los costes y tiempos operativos surgidos de analizar cada una de las variables de decisión establecidas se establecen las siguientes conclusiones:

1.-Se definen como elementos principales del subsistema de recepción y entrega el número de puertas que dan acceso a la terminal y la configuración del sistema operativo de la campa. El número de puertas gobierna el comportamiento del subsistema 1 de R/E mientras que el número de unidades operativas por hora determina la capacidad del subsistema 2. Cabe recordar que se consideró necesaria la subdivisión del subsistema de recepción y entrega en dos subsistemas.

2.-El análisis de sensibilidad permite obtener las siguientes conclusiones:

- Un aumento del número de accesos a la terminal no siempre supone una mejora de la productividad de la terminal, o concretamente del subsistema de R/E. Cabe tener en cuenta situaciones de congestión y colapso del subsistema 2, ya que para estos casos particulares mejoras en el subsistema 1 no garantizan mejoras del nivel de servicio.
- Un aumento de la productividad (por medio del aumento del número de SC), supone una reducción de los tiempos de estancia en la terminal pero no necesariamente una mejora del funcionamiento global del subsistema de recepción y entrega. Esto se debe a que una mejora del sistema operativo no repercute a mejorar los ritmos de servicio del subsistema 1, gobernados por los tiempos de servicio de los accesos.

3.-La optimización del subsistema de recepción y entrega mediante un enfoque macroeconómico, ha sido de utilidad para compatibilizar los intereses de la terminal y de los transportistas. A raíz de esto se delimitaron los límites de actuación para obtener un óptimo del sistema.

4.-De los puntos anteriores se desprende asimismo que para optimizar el subsistema de recepción y entrega es necesario actuar de forma conjunta sobre los dos subsistemas, dado que este subsistema es, de hecho, un sistema en serie por lo que cualquier solución óptima deberá de garantizar que los ritmos de servicios de ambos subsistemas sean iguales. De lo contrario, una medida que reduzca los costes de uno de los agentes dominantes (número de puertas y cantidad de *straddle carriers*) tendrá el efecto contrario sobre el otro (*trade-off*).

Para el caso particular estudiado, de una terminal del Puerto de Barcelona, partiendo de una distribución de llegadas altamente variable, un incremento tanto del número de *straddle carriers* (entre 4 y 7) en función de este ritmo de llegadas como del número de puertas (2), da lugar a una reducción a considerar de los tiempos de estancia de los camiones en la recepción y entrega. Esta reducción del tiempo se encuentra en torno al 30% o incluso ligeramente superior.

Las conclusiones citadas anteriormente, pretenden ser extensibles a otras terminales con una tipología de subsistema de recepción y entrega igual al caso analizado, el cual se caracteriza por tener los accesos de entrada y salida en un mismo punto, con flujos separados, una zona de carga ubicada de forma paralela a la zona de almacenaje y un sistema operativo formado únicamente por *straddle carriers*.

Esto servirá de ayuda a empresas encargadas de gestionar los recursos de las terminales, ya que mediante este tipo de estudios podrán tomar decisiones que ayuden a solventar los problemas de congestión y a su vez, reducir los costes económicos al inicio de la cadena logística que suele tener inicio en las terminales portuarias.

De las simulaciones realizadas se han obtenido los costes marginales del terminalista, lo cual serviría de criterio para fijar tarifas horarias y de esta forma reducir los problemas de congestión que acechan a las terminales portuarias. Esta tarifa será equivalente al coste marginal calculado con el fin de garantizar el óptimo económico. De esta forma, el perfil de llegadas a la terminal se verá redistribuido, ya que se intentará acceder a la terminal en aquellas franjas horarias que la tarifa sea nula o baja, y por lo tanto reducción de los tiempos de espera en los accesos a las terminales.

Como futuras investigaciones se propone desarrollar este sistema de tarificación en los accesos a las terminales y ver de qué forma repercutirá sobre el funcionamiento general de la terminal y concretamente sobre el subsistema de recepción y entrega.

También se propone una mejora a nivel de definición del modelo de simulación empleado. Para la realización de esta tesina se han establecido una serie de hipótesis para simplificar el comportamiento del subsistema de estudio, y es por este motivo que se sugiere incorporar estos aspectos al modelo con el objetivo de obtener unos resultados más fiables y concretos. La incorporación de la interfaz ferroviaria, por ejemplo, al modelo supondría una mejora existencial importante y supondría un paso importante para la optimización global del subsistema de recepción y entrega.